

ET LANDSKAB I ASKE



af Henrik Olsen

I sen Tertiær tid - for godt 3 millioner år siden - blev et område på mere end 10.000 km² i Kappadonien i det centrale Tyrkiet (fig. 1) dækket af vældige askemængder, fortrinsvis fra vulkanen Erciyas, men også fra flere mindre vulkaner i området. Vulkanerne var aktive gennem hundredetusinder af år, nogle af dem helt op til historisk tid, så der blev dannet en flere hundrede meter tyk lagserie af vulkansk aske afbrudt af enkelte tynde lavabænke af basalt.



Figur 1. Kappadonien i den centrale del af Tyrkiet. Området, der er vist med en gullig farve, er dækket af et tykt tuf-lag (hærdnet vulkansk aske) efter flere udbrud af vulkaner for mere end 3 millioner år siden.

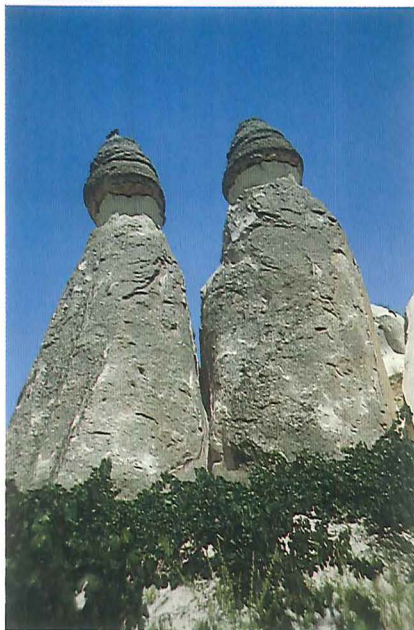
Siden aflejringen er den vulkanske aske hærdnet til en ret fast bjergart, tuf, der nærmest hænger sammen ligesom den danske bryozokalk, men den består naturligvis af et andet materiale. Tuffen er ikke særlig bestandig over for vejr og vind, hvilket gør, at landskabet fremstår kraftigt eroderet. Både forvitringen og menneskers bearbejdning af den sammenkittede bjergart gør i dag området til et særegent og fascinerende landskab, hvis lige næppe findes i Europa eller andre steder i den nære Orient.



Figur 2. Dybt nederoderet dal i tuf. De øverste hvide lag er ikke særligt modstandsdygtige, så der er dannet skrånninger med bløde landskabsformer. De nedre mørke lag er hårdere og danner en stejl dalside med lodrette furer.

Oprindeligt var landskabet fladt, bestående af udstrakte plateauer, men det er kun få steder, man kan fornemme den oprindelige karakter, for gennem de sidste 3 millioner år har regnvand - millimeter efter millimeter - slidt furer og render ned i plateauet, og senere er de af vandstrømme blevet udvidet til dybe furer og slugter (fig. 2), hvis riflede dalsider varierer i form alt efter hvor hård tuffen er på det pågældende sted. Hvor tuflagenes er bløde dannes afrundede og skrånende dalsider, hvor tuffen er hård, fremstår de hårde partier som forrevne klipper i stejle dalsider. I Nordamerika kendes en sådan landskabsform under betegnelsen 'badland' (=dårligt land), da det næsten er umuligt, at opdyrke det ujævne landskab, der stadigvæk er under nedbrydning.

Hvor der findes tynde basaltlag i tuffen, har regnvandet sværere ved at gnave sig ned. Kun hvor der i forvejen er revner i basaltlaget lykkes det for vandet at fjerne basaltbænken, så resultatet bliver, at basaltskjolde af varierende størrelser ligger som beskyttende 'hatte' eller 'paraplyer' oven på høje tuf-søjler, der står tilbage, når omgivelserne langsomt eroderes bort (fig. 3). Disse tuf-søjler (eng: earth pillars = jordsøjler) forbliver beskyttede mod regnvandets slid, idet vandet udelukkende gnaver sig ned ved siderne af søjlerne, der derfor bliver højere og højere. Men til gengæld bliver søjlerne slidt af vinden, og med tiden slides de så meget, at søjlens 'hals' bliver så tynd, at den knækker, og den beskyttende



basalt-'hat' falder af. Nogle steder står søjlerne så tæt, at man kan for nemme, at basalhattene engang udgjorde et sammenhængende lag, og de mange tætstående tuf-søjler får let beskueren til at tænke på Tolkiens eventyr. Den lokale befolkning kalder da også tuf-søjlerne for trolde-skorstene. (fig. 4).

Figur 3. To tuf-søjler med 'hatte' af basalt, der har beskyttet de blødere tuf-lag mod erosion fra regnvand. Men vinden har efterhånden slebet de blødeste lag tæt under basalten tynde, så basalhattene vil snart styrte til jorden.



Figur 4. En større samling af tuf-søjler med beskyttende basalt-hatte. Man for nemmer, at basalt-hattene oprindeligt har udgjort et sammenhængende lag.

Men det mest bemærkelsesværdige i Kappadonien er dog de menneskeskabte huler, boliger, kirker og klostre, som er hugget ud i den bløde og sprøde tuf. Denne del af Tyrkiets historie tog sin begyndelse i det 4. århundrede, da kristne folkeslag blev udsat for massiv forfølgelse fra arabere, som ville udrydde de vantro. Det var efter sigende biskop *Basil* (fra den nærliggende by Kayseri) som grundlagde de første af mange små klostre, der i de følgende århundreder blev hugget ind i Kappadoniens tuf-bjerge. Her i hulerne kunne de kristne leve en nogenlunde normal tilværelse, skjult som de var i det forrevne landskab. Det siges også, at man anså tuf-søjlerne med basalt-hatte for vagttårne, som Gud havde sat for at beskytte sit folk.



Figur 5. Kirkebygning fra det 12. århundrede hugget ind i tuf-stenen. Rummet er en nøje kopi af datidnes normale kirkebyggeri. Ydervæggen er styrtet sammen på grund af regnvandets og vindens erosion.

I det 7. århundrede tog forfølgelserne dog til i en sådan grad, at de kristne blev nødsaget til at søge helt under jorden - i bogstaveligste forstand. Ind i de tykke tuf-lag huggede de simpelthen hele byer ud under jordoverfladen. Visse steder findes op til 7 etager nedefter, forbundet med smalle gange, som kunne lukkes med møllestenslignende døre. Adskillige tusinde mennesker kunne på denne måde holde sig skjult i månedsvis, for der var mange underjordiske kilder, og et sindrigt system af luftkanaler forsynede byerne med luft. Mad opbevarede i store forrådskamre, som blev fyldt om sommeren, og adskillige vinpressere har sørget for, at man altid var velforsynet med den livgivende eleksir.

I de følgende 5-600 år anlagdes mange kirker og klostre rundt om i tuf-bjergene. Kirkerne blev for det meste udhulet som nøjagtige kopier af den tids kirkebygninger (fig. 5), og samtidig blev væggene dekoreret med fresker, som den dag i dag fremstår fantastisk fint bevarede (fig. 6).



Figur 6. Farvestrålende freske fra en kirke udhugget i tuf-stenen. Fresken er fra det 12. eller 13. århundrede.



Figur 7. En by udhugget i et tuf-bjerg. Enkelte af hulerne er endnu beboede, men de fleste bruges til lagerrum for citrusfrugter og abrikoser. Denne side vender mod vinden og er kraftigt slidt.

Da forfølgelsen af de kristne ophørte, var det blevet en del af befolkningens liv, at udnytte tuf-bjergene til boliger. Utallige byer skød op, og flere og flere bjerge blev udhulet til boliger og oplagringsrum (fig. 7). Fordelen ved at bo i hulerne var hovedsagelig, at tuf-stenen holder en nogenlunde konstant temperatur, ca. 17^o året rundt.

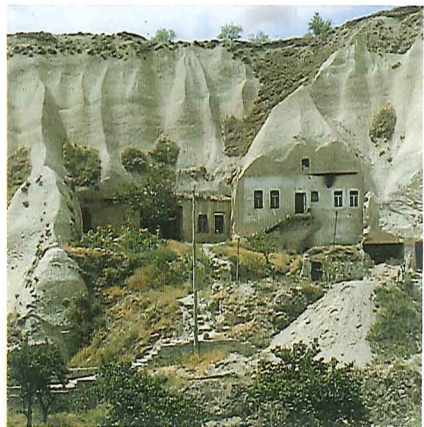


*Figur 8. Det indre af en forladt beboelse. Rummet er 15 meter dybt, og bag-
erst ses indgangen til et 10 meter dybt værelse.*

Den dag i dag anvendes hulerne stadigvæk som boliger enkelte steder, selvom det blev forbudt sidst i 1950'erne, idet man var bange for sammenstyrtninger i forbindelse med de hyppige jordskælv i området. Der ud over fandt myndighederne også, at det var primitivt og ude af trit med det moderne Tyrkiet, at bo i 'jordhuler'. Derfor kan man i dag komme ind i mange forladte huler, og man forbløffes uvilkårligt over størrelsen af de tidligere boliger (fig. 8).

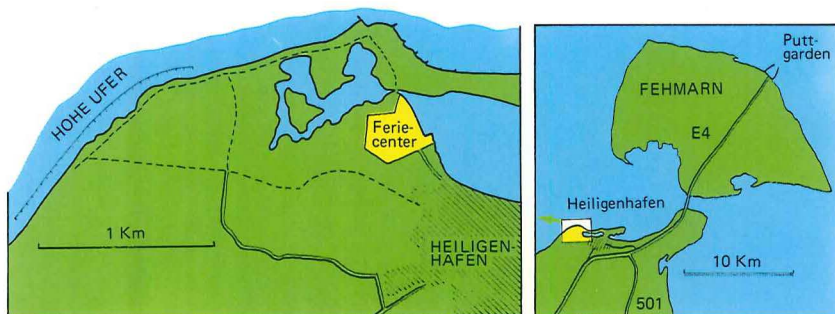
Foran endnu beboede huler er der ofte bygget en ydervæg op for at give et mere 'civiliseret' udseende, se fig. 9.

Men et er sikkert, om nogle millioner år har regnvandet også eroderet disse sidste rester bort.



Figur 9. Beboede huler med delvis opmurede ydervægge. Bemærk, at hulerne er forsynet med elektricitet.

HEILIGENHAFEN KYSTKLINT



af Hans-Jürgen Stephan

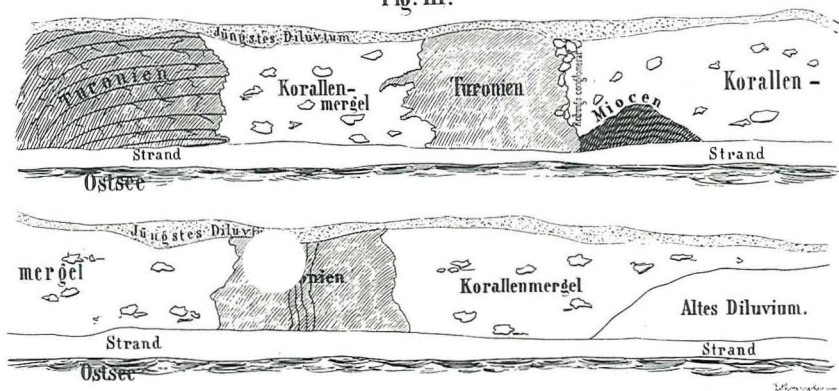
Heiligenhafen er en lille nordtysk kystby. Mange rejsende fra Rødby-Puttgarden mod syd - i retning af Hamburg - har passeret byen, men måske uden at bemærke skiltene, der viser dertil. For andre er Heiligenhafen et 'kendt' sted, det er der man tager hen på miniferier, fortrinsvis i forårs- og efterårsmånederne, hvor man kan få flotte hotellejligheder til billig pris.

Skulle man nu komme til Heiligenhafen - og trænge til lidt frisk luft - kan en spadseretur langs kystklinerne tæt nordvest for byen anbefales. Her møder en bakkeryg inde fra landet Østersøens bølger, så der over en strækning på godt 1.5 km er et indtil 16 meter højt snit, der viser, hvad bakkeryggen består af. Denne klint - Hohe Ufer - er den mest udsatte i Schleswig-Holstein for tiden; der fjernes omkring 2.5 meter af klinten hvert år mod tidligere omkring 0.5 m. Den forstærkede erosion kan tænkes at stå i forbindelse med anlægsarbejder ved Heiligenhafen, men geologisk set betyder det, at der er friske profiler.

Hohe Ufer er for det meste opbygget af istidsaflejringer, især moræneler, men også mindre indslag af smeltevandssand og -grus, som også er almindeligt i danske kystkliner. Mere spændende er det, at flere af lagene er flot foldede og overskudte, og på grund af den stærke erosion, ses strukturerne ofte særlig godt. I hovedtræk ligger de ældre lag i bløde folder, næsten bølgeagtigt, men i den centrale del af klinten er forstyrrelserne mere voldsomme, og her indgår også tertiære lag i den forstyrrede del. Kystprofilen synes at vise, at der er tale om en isoppresset zone, der sikkert fortsætter videre ind i de svagt buede bakkeformer syd for Heiligenhafen.

Det er dog ikke istidsaflejringerens skyld, at Hohe Ufer blev kendt på et tidligt tidspunkt, - det var i stedet nogle partier af en finkornet, grågrøn til lys blå bjergart, der under navnet 'Heiligenhafener Gestein' blev omtalt og beskrevet af Ludwig Meyn så tidligt som 1863. Han undersøgte denne specielle

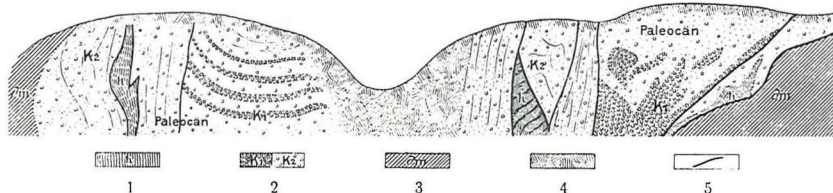
Fig. III.



Figur 1. Ludwig Meyn's profiltegning af den centrale del af Heiligenhafens kystklint fra 1863. Figuren er formindsket i forhold til originaltrykket.

bjergart, der stedvis er kalkholdig og stedvis nærmest er en kiselsten (opalseret), og mente, at den var af Turon alder (Kridttid). Senere har andre interesserede set nærmere på Heiligenhafens Gestein og udtrykt deres mening om alderen, men det var først efter at mikropalæontologiske undersøgelsesmetoder blev kendt, at det lykkedes at fastlægge alderen til Mellem Eocæn. Der er ikke mange større fossiler at finde, men fra tid til anden findes der dog muslingeskaller, brachiopodskaller og hjætænder.

Yderligere to typer af tertiære bjergarter optræder i klinten. Dels ses en meget fed lertype, der er mørkegrøn til olivengrøn, flere steder som 'smører' i klinten. Denne fede ler er godt kendt fra både Heiligenhafens og fra Fehmarn og er fra gammel tid kendt under navnet: 'Tarras'. Det fede plastiske ler er genkendt i mange borer, hvor det ligger under Heiligenhafens Gestein, det anses derfor som værende ældre end kiselstenen, formodentlig af Nedre Eocæn alder.



Figur 2. En profiltegning af den centrale del af klinten ved Heiligenhafens udført af geologen C. Gagel i september 1908. Gagel opfattede Heiligenhafens Gestein'en som værende af Palæocæn alder. Signaturer: 1. Mørkegrønt fedt ler, 2. Heiligenhafens Gestein med kiselrige lag, 3. 'Øvre' moræner, 4. Blandede istidsaflejringer og nedskredent materiale, 5. Overskydningsplaner/Glideplaner.



Figur 3. Heiligenhafener Gestein-flage skudt op over moræneler. I grænsezonen ses slirer af fedt, grønt ler. 750-770 meter på profilet, fig. 10. Foto: 1984.



Et enkelt sted i den vestlige del af klinten ses også brunsort glimmerler af Miocæn alder. Alle tre tertiære bjergarter er aflejret et andet sted og er af isen flyttet til Heiligenhafnen.

Figur 4. Den østlige del af Eocæn-flagen af Heiligenhafener Gestein, som det så ud i 1961. Dette smukke område af klinten er for længst blevet nedbrudt og fjernet af bølgerne, men med den voldsomme erosion på stedet, kommer nye snit tiden frem. Lagdelingen i flagen skyldes en vekslen mellem mere kalkrige og mere kiselholdige lag. 740 m på profilet fig. 10. Foto: 1961.

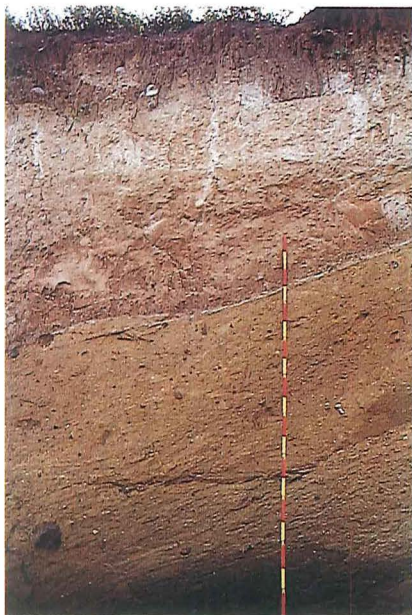


Figur 5. Flage af en overkippet foldestruktur i miocænt glimmerler og -sand indesluttet i moræneler. Ca. 950 meter på profilet fig. 10. Foto: 1984.

En tur langs klinten vil overbevise de besøgende om, at der har været mindst forskellige isfremstød at dømme efter antallet af morænebænke, der på bedste geologvis har fået betegnelserne: *nedre, mellemste og øvre moræne*, og de lader sig nogenlunde let skille fra hinanden. Den **nedre moræne** er således lysegrå, den indeholder store mængder af hvide kalksten og sort flint, for at nævne et par bjergartstyper, der umiddelbar fanger blikket. Den nedre moræne dukker op over strandplanet i kernen af de opfoldede lag, og da den samtidig er sej og kompakt, har bølgerne sværere ved at fjerne denne moræne. Den vil derfor tit stå frem som lave 'næser' ved klintfoden.

Den **mellemste moræne** ligger tit direkte i kontakt med den nedre moræne, men kan adskilles synsmæssigt fra denne, ved at indholdet af hvide kalksten og af flint er betydeligt lavere, til gengæld er der et højt indhold af smukt afglattede grønlig og rødviolette palæozoiske kalksten. Denne bjergartssammensætning kunne tyde på, at den is, der aflejrede den mellemste moræne har passeret den centrale og østlige del af den nuværende Østersø.

Både den nederste og den mellemste moræne (samt de tertiære lag) er stærkt foldede med akser og overskydningsretninger, der tyder på en isoverskridelse fra en nordøstlig til østlig retning. De foldede strukturer er mange steder skåret knivskarpt af i toppen og er dækket med et omkring 1 meter tykt dækkende lag, den øvre moræne, der dog mangler over de højeste dele af klinten.



Figur 6. Alle tre moræner østligst i klinten. Den nedre moræne er forvitret og når næsten op til toppen af tommestokken. Herover ses den rødbrune mellemste moræne, skudt ind over den nedre. Øvre moræne er gulbrun med hvide kalkudfældninger i bunden. 105 meter på profilet fig 10. Foto: 1984.



Figur 7. Nedre moræne (brunforvitret i den øvre del) overlejret af den mellemste moræne, der begynder ved sandlinsen. En tidligere spalte i nedre moræne er udfyldt af materiale fra mellemste moræne. Overskydninger har senere forsat spalten. 112 meter på profilet fig. 10. Foto: 1984.

Den øvre moræne er ofte brunlig og delvis kalkforvitret. Indholdet af sten stammer i nogen udstrækning fra de underliggende lag, men i sin sammensætning ligner den måske nok mest den nederste moræne. Ved basis af den øvre moræne, lige i den skarpe horisont der adskiller det foldede fra den udeformerede dækkende moræne, ses stedvis større sten, hvis overflade nærmest ligger i plan med horisonten. Overfladen af disse sten er smukt isskurede, hvilket man også kan se på de nedfaldne sten på stranden. Retningen af isskuringen tyder på, at den skurende is har bevæget sig fra øst mod vest.

Deformationerne i klinten er frembragt af en is, der passerede stedet fra østlig retning, og det synes også sandsynligt, at det er den is, der frembragte forstyrrelserne, er den samme is, som 'kappede' toppen af strukturerne efter foldning-



Figur 8. Rødbrun forvitret mellemste moræneler med sandlinser. Grænsen til øvre moræne vises af de to sten, der er skuret flade på oversiden. 360 meter på profilet fig. 10. Foto: 1979.



Figur 9. Foldstrukturene træder tydeligst frem, hvor der indgår sandslirer i morænerne. Bemærk den meget skarpe kontakt til den øvre uforstyrrede moræne. 290-310 meter på profilet fig. 10. Foto: 1981.

en. Sammenholdt med retningen af isskuringen ved basis af den øvre moræne kunne det tænkes, at det var en og samme is, der havde frembragt forstyrrelserne i klinten, skuret stenene og endelig aflejret den øverste, dækkende moræne.

Set i en regional sammenhæng er der flere steder i Nordtyskland og Danmark, hvor de to yngste isfremstød synes at være af baltisk oprindelse, og det bestyrker troen på, at den øverste og mellemste moræne i klinten ved Heiligenhafen svarer til disse to fremstød. Den nederste moræne kunne så være afsat af den is, der nåede frem til Hovedopholdslinien i Midtjylland, altså en ubrudt følge af de tre sidste isfremstød i sidste istid, Weichsel istiden.

Men det har også været fremført, at de to foldede moræner i klinten 'ligner' Saale moræner, altså skulle de være afsat i næstsidste istid. De hidtil anvendte undersøgelsesmetoder har ikke kunnet give noget entydigt svar, om det er den ene eller anden model, der er den rigtige, eller om der er tale om en kombination. Der er altså en række uløste problemer i klinten ved Heiligenhafen, men de spændende tertiære aflejringer og de næsten lærebogsegne strukturer, der fortæller om isens formåen og virkemåde, gør en tur langs klinten til en indtryksfuld oplevelse, som jo også kan nås på en en-dags rejse fra det sjællandske og sydsvenske område.

PROFILTEGNING AF EN DEL AF KYSTKLINTEN VED HEILIGENHAFEN

Figur 10. H.-J. Stephan's seneste profiltegning (1985) for de østligste 1200 m af klinten ved Heiligenhafen. På selve figuren er med oM, mM og uM angivet henholdsvis: øvre, mellemste og nedre moræne. Str. efterfulgt af et gradtal angiver skurestriberetningen på sten ved basis af den øvre moræne.

Under de enkelte profilafsnit betyder dobbelte gradtal efterfulgt af en kompasretning en lagflades strygning og hældning, mens betegnelsen: a.gradtal er målte foldeaksoreretninger, der anses for at være vinkelrette på den isbevægelsesretning, der foldede lagene. Rutschung betyder nedskridning.

Signaturforklaringen omfatter: a. moræneler, b. moræneler med stort indhold af kalksten, c. smeltevandsler og -silt, d. smeltevandssand, e. smeltevandssand og -grus, f. smeltevandsgrus med et stort indhold af den eocæne kiselsten, g. 'Heiligenhafener Kieselgestein', h. 'Tarras' (=plastisk ler), i. en speciel rødlig flintfri moræneslire fra det baltiske område, denne morænetype er ikke nærmere omtalt i teksten, k. gradtal efterfulgt af en pil viser retningen af kysten til venstre (øst) for pilen.

